



Université Mohamed Seddik Ben Yahia – Jijel
Faculté des Sciences Exactes et Informatique
Département Physique.

Physique Médicale

Master : Physique des Rayonnements
Semestre : S6
Enseignant : Dr. YAHIAOUI Mohamed Laid

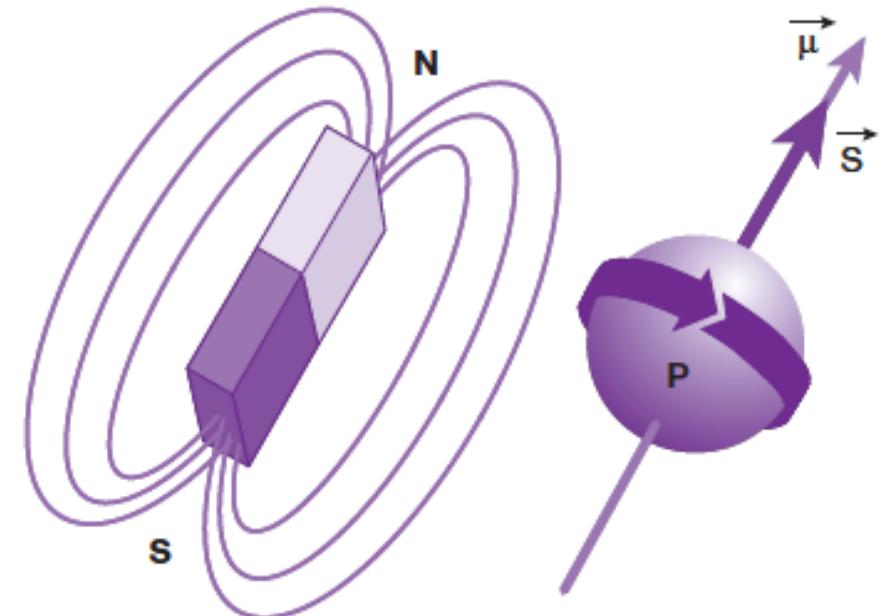


Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)



La résonance magnétique nucléaire (RMN)

Les noyaux atomiques, comme celui de l'hydrogène (H), possèdent une propriété quantique appelée **spin**. Le spin est une forme de moment magnétique intrinsèque qui fait que les noyaux agissent comme de petits aimants



Alignment du spin

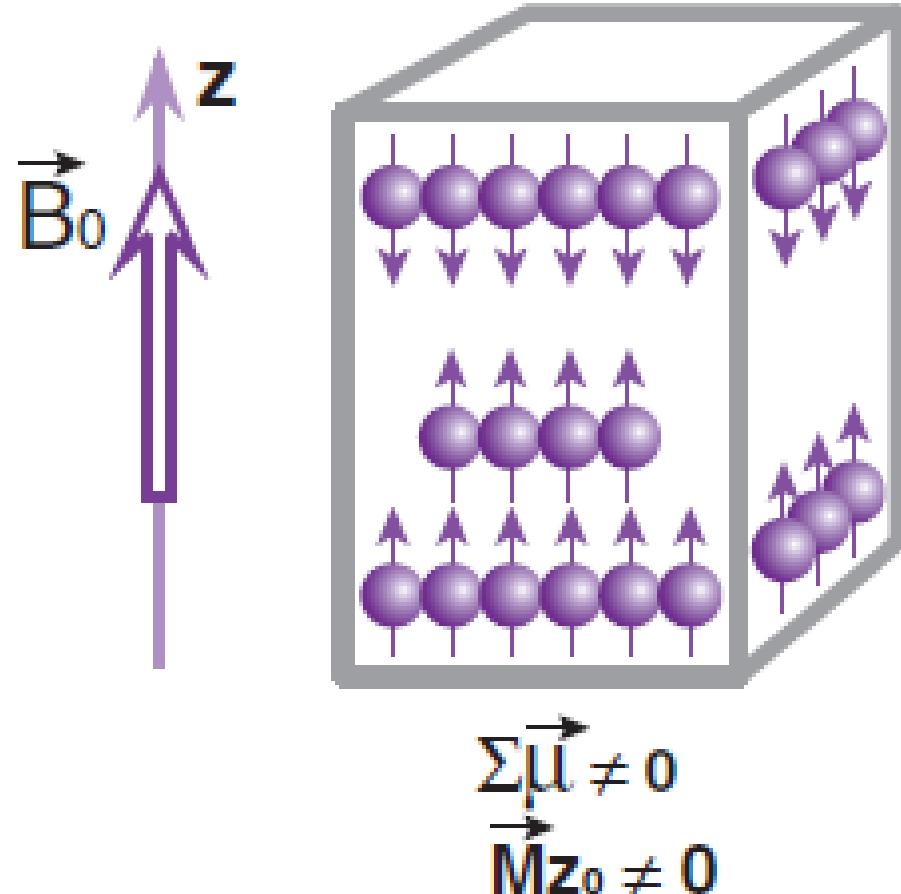
Les spins peuvent être orientés dans différentes directions



Alignment du spin

Lorsqu'un proton est soumis à un champ magnétique B_0 , ses spins peuvent s'aligner de deux manières :

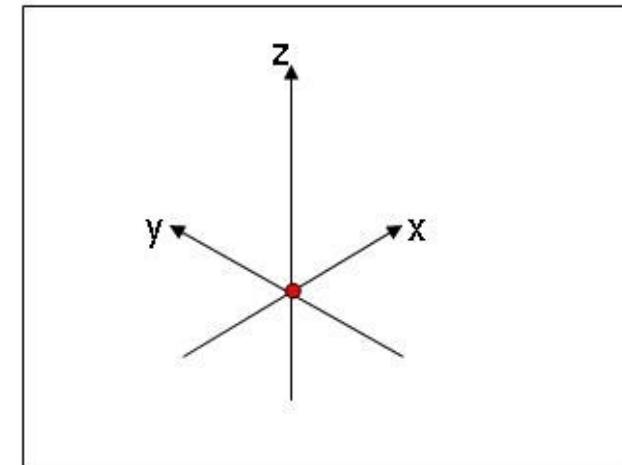
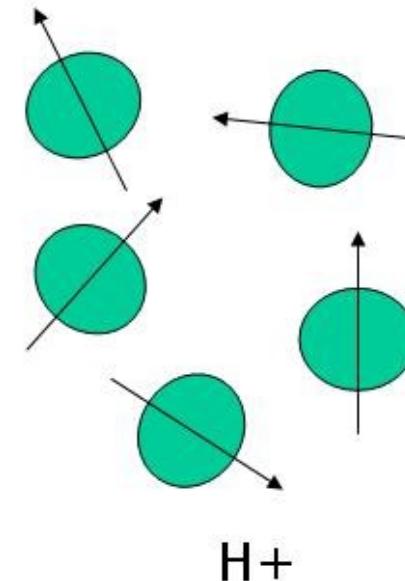
- **Alignement parallèle** (avec le champ, état de basse énergie)
- **Alignement antiparallèle** (contre le champ, état d'excitation)



Alignment du spin

1. En absence de champ magnétique externe :

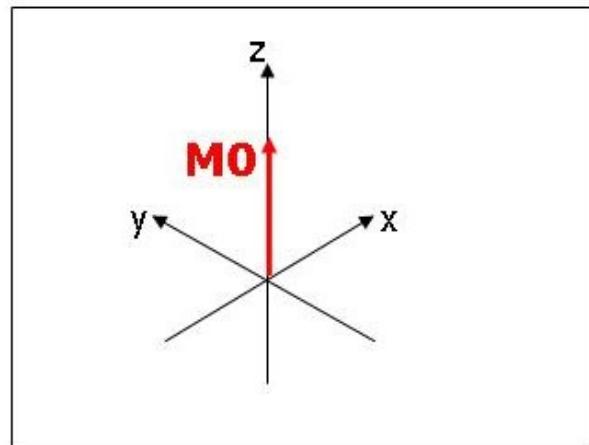
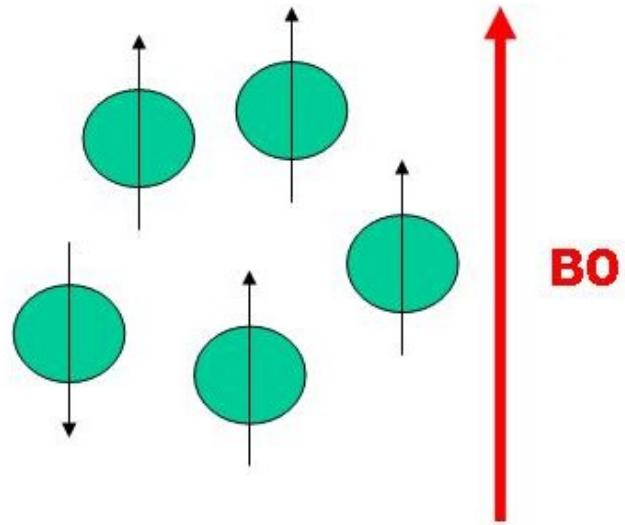
- Les protons sont orientés de manière aléatoire.
- La somme des vecteurs d'aimantation élémentaire est nulle (pas de vecteur d'aimantation macroscopique).



Alignment du spin

2. En présence d'un champ magnétique externe (B_0) :

- Les protons s'alignent partiellement avec B_0 , créant un vecteur d'aimantation macroscopique ($M \rightarrow$) selon Oz.

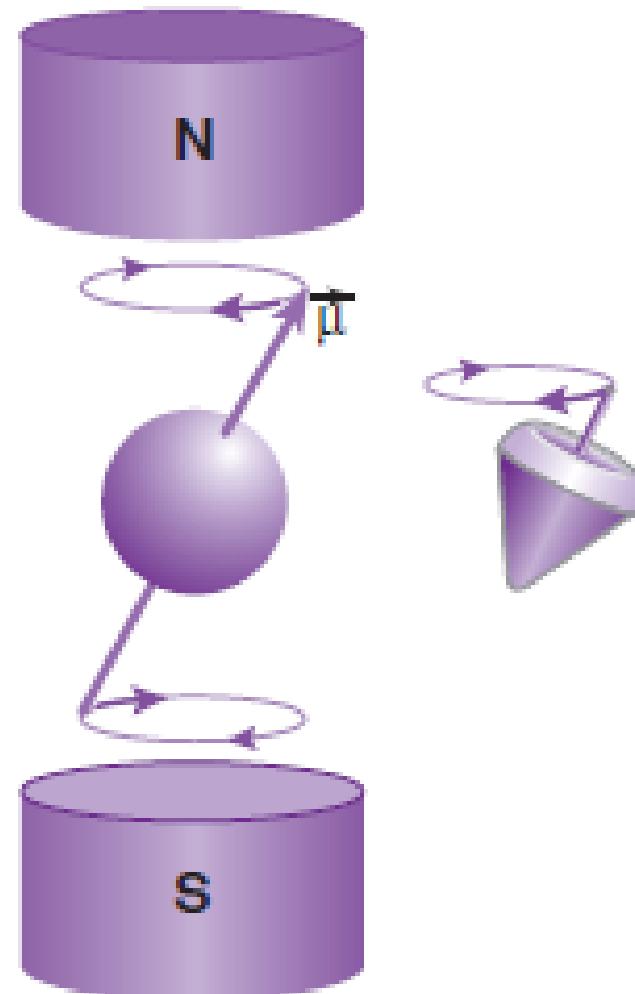


Alignment du spin

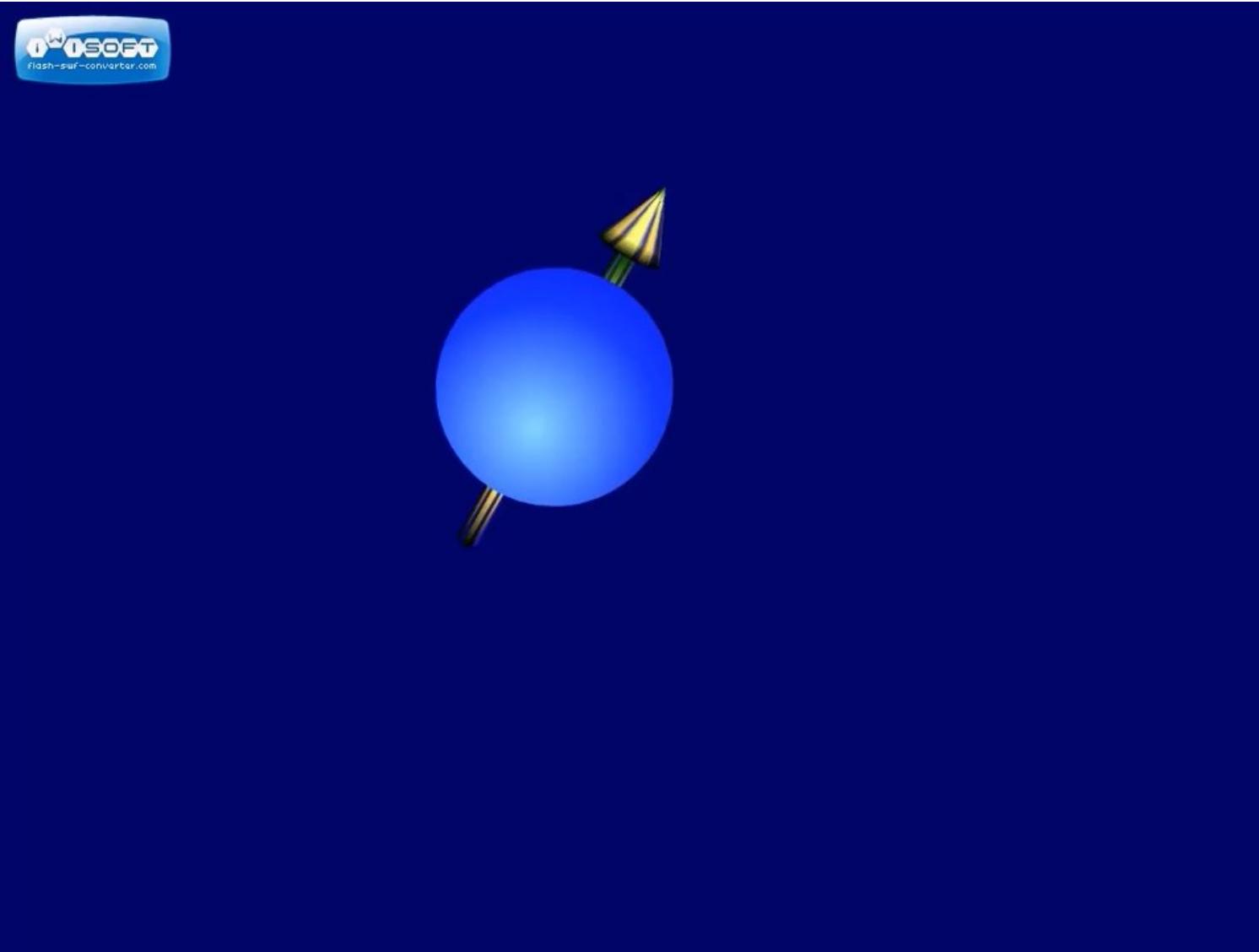
2. En présence d'un champ magnétique externe

(B0) :

- Les protons ne s'alignent pas parfaitement mais tournent autour de B0 avec un angle donné (précession).



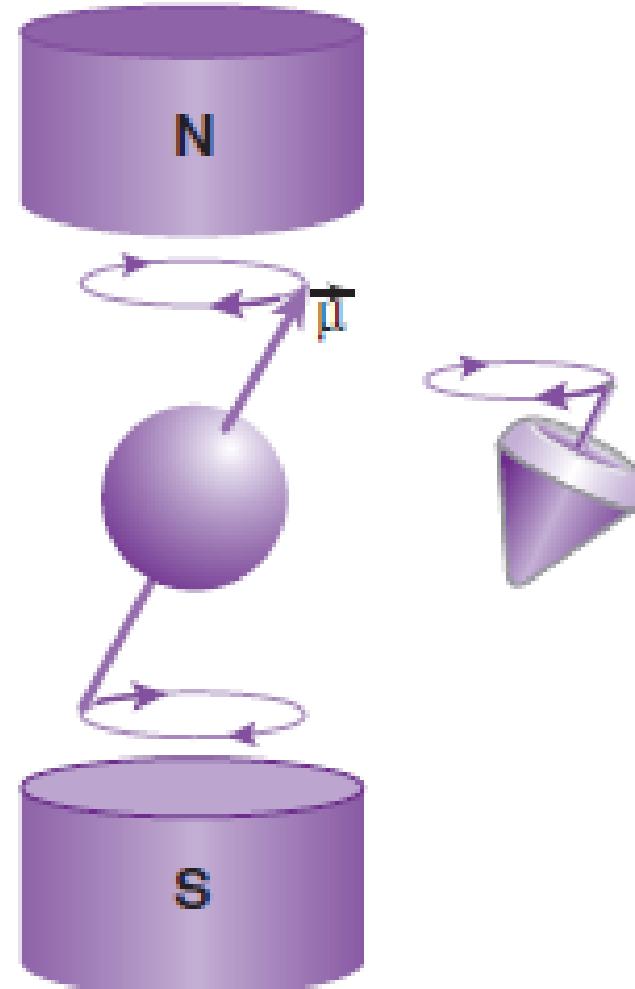
Précession



Fréquence angulaire de Larmor (ω_0) :

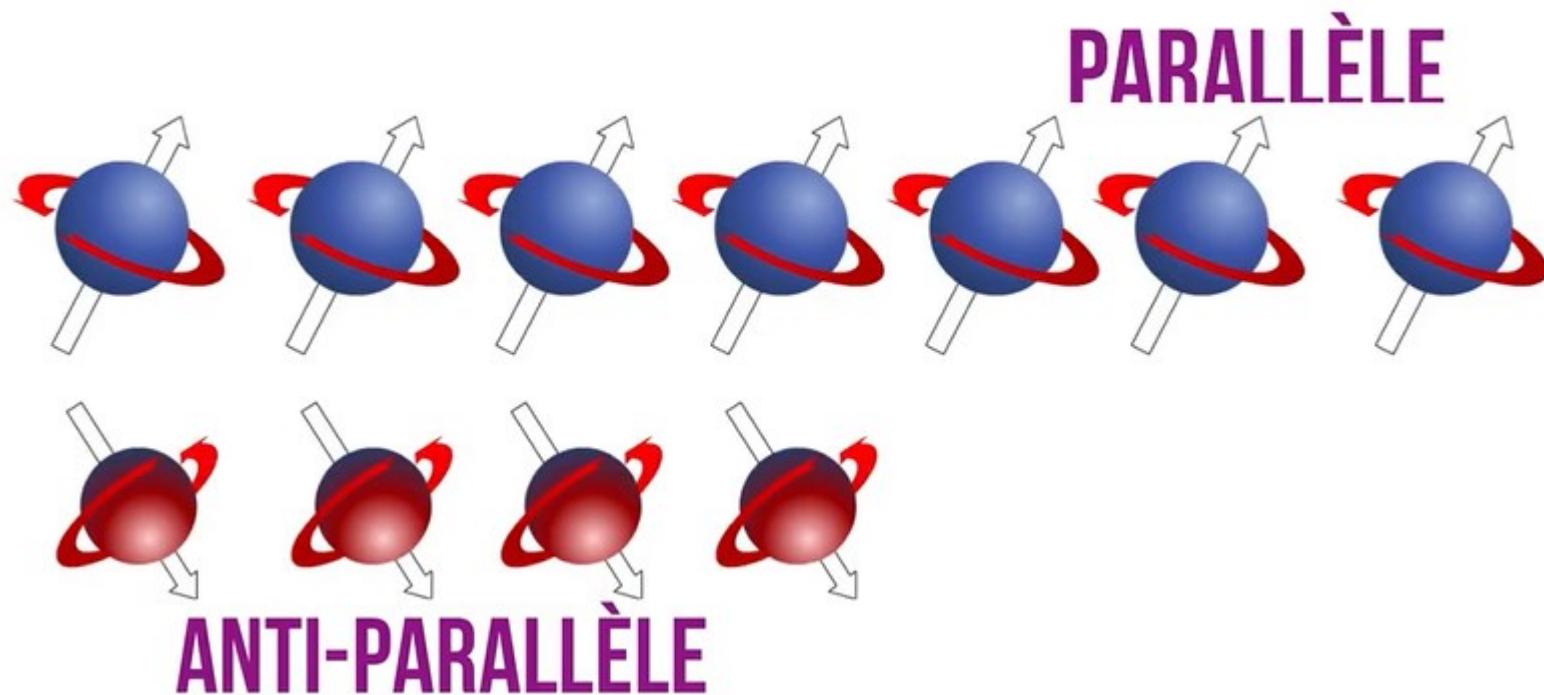
Fréquence angulaire de Larmor (ω_0) :

- Dépend de B_0 et du rapport gyromagnétique ($\omega_0 = \gamma B_0$).
- Reliée à la fréquence propre par : $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$.
- Exemple : Pour $B_0 = 1.5 T$ ω_0 correspond à une fréquence de Larmor d'environ **63.8 MHz** pour les protons (hydrogène).



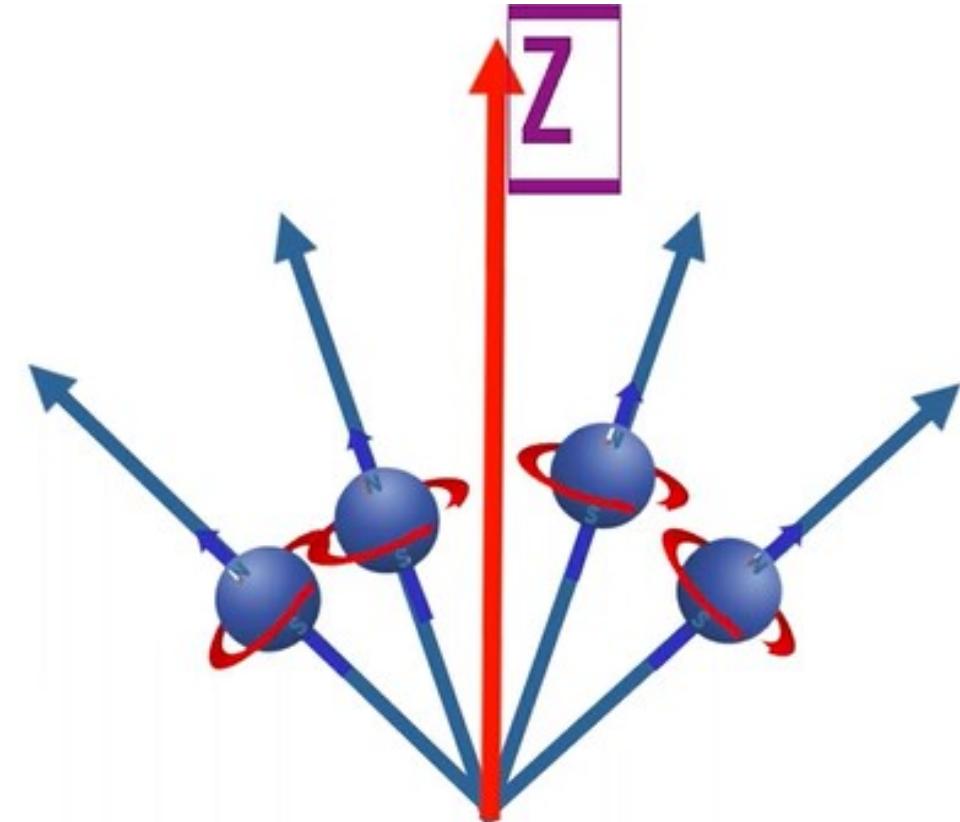
Vecteur d'aimantation macroscopique (\vec{M})

Un léger excès de protons reste dans l'état parallèle (par exemple, 4 protons sur 2 millions), ce qui génère un vecteur d'aimantation macroscopique net aligné avec B_0 .

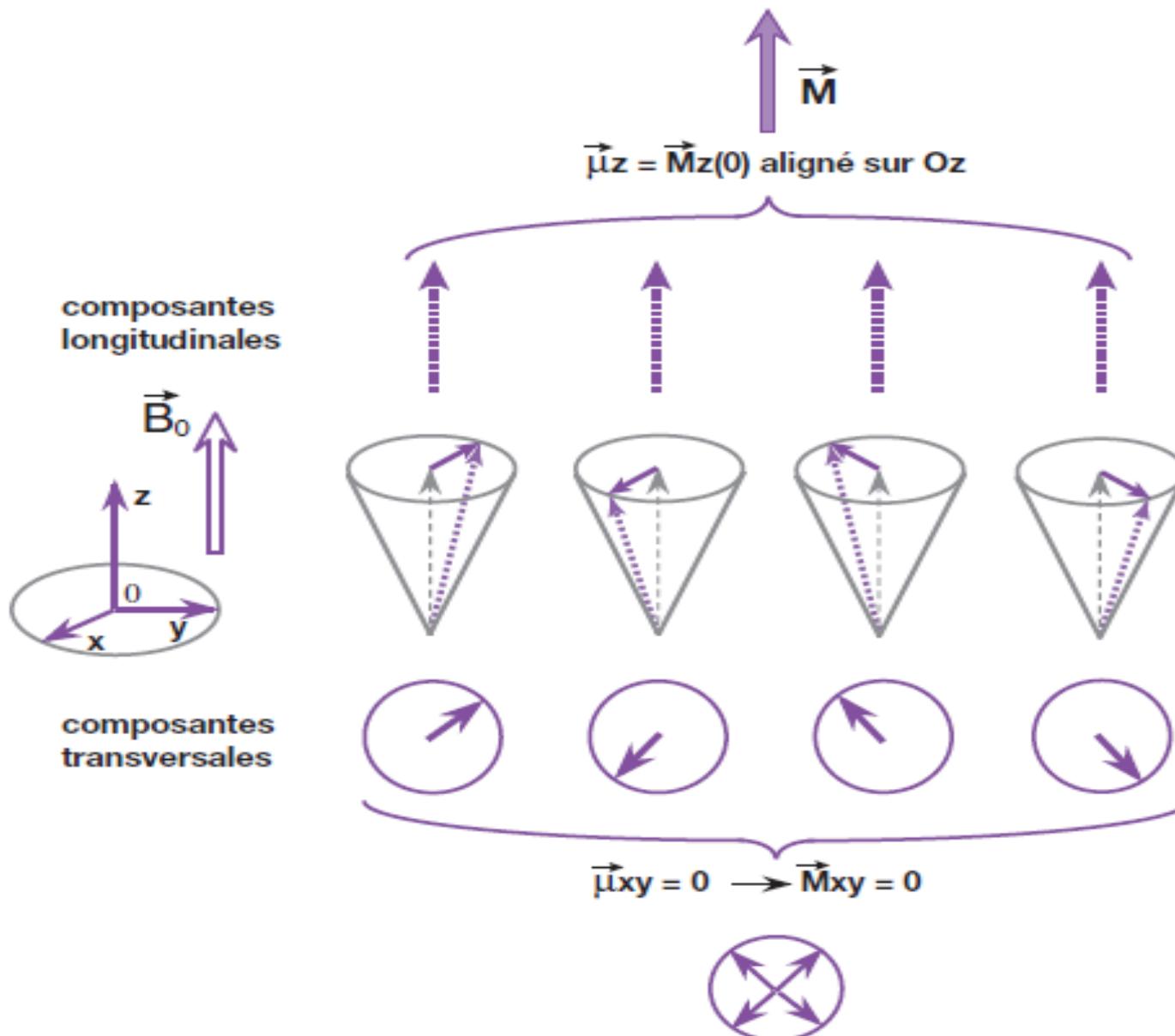


Vecteur d'aimantation macroscopique (\vec{M})

Le surplus de protons alignés parallèlement à B_0 crée une aimantation macroscopique mesurable, notée \vec{M} . Cette aimantation est orientée le long de l'axe Oz , qui correspond à la direction du champ B_0 .

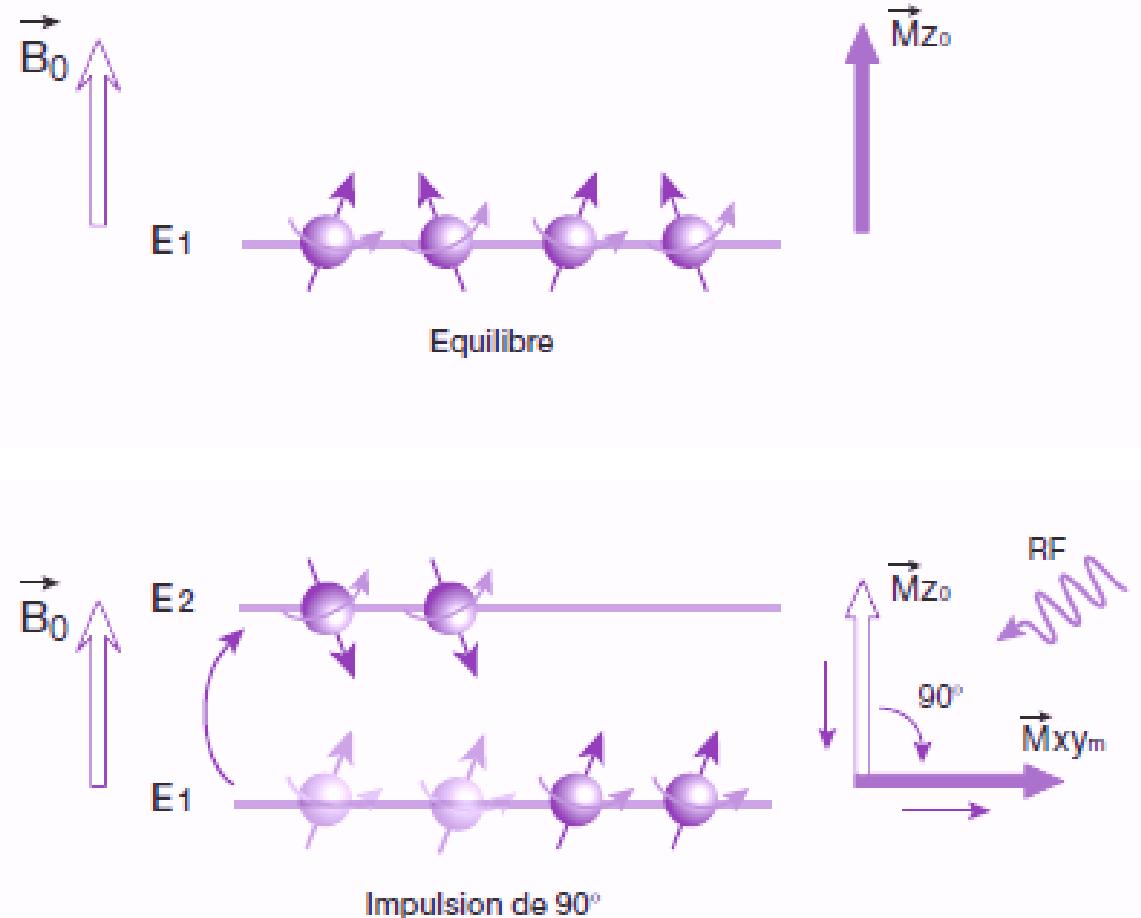


Vecteur d'aimantation macroscopique (\vec{M})

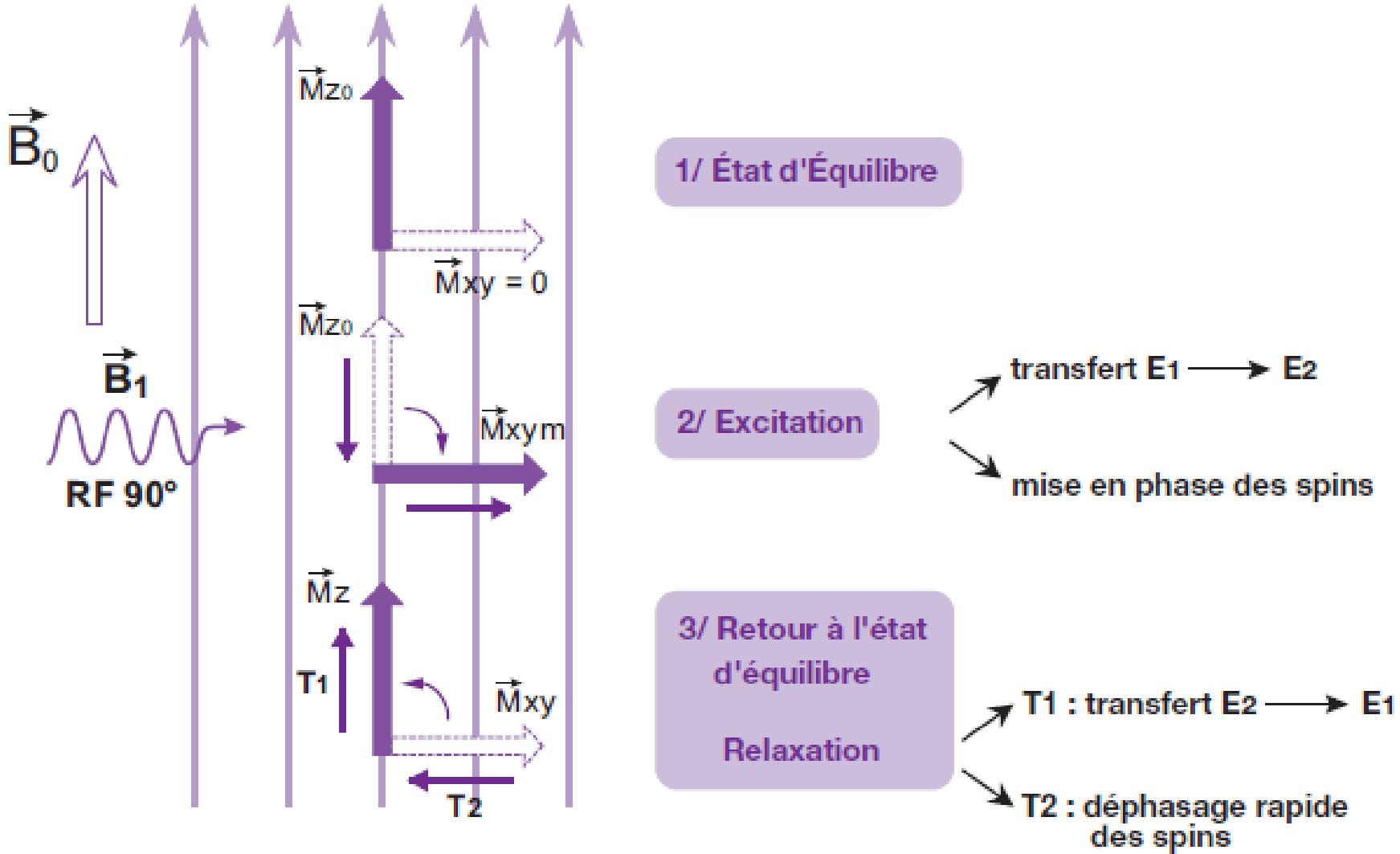


Perturbation de l'état d'équilibre : le champ B1

Lorsqu'un champ radiofréquence (RF) B_1 est appliqué perpendiculairement à B_0 à la **fréquence de Larmor**, la composante longitudinale M_z diminue progressivement, tandis qu'une composante transversale M_{xy} apparaît.



Retour à l'équilibre : Relaxation des spins



Principe de l'IRM

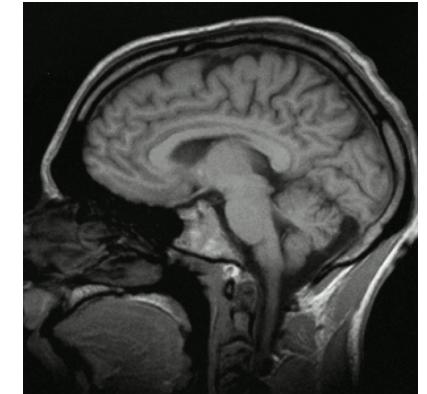
Les principes de base de
l'IRM



Applications cliniques de l'IRM techniques d'imagerie

■ Applications en Neurologie (علم الأعصاب)

- ✓ **Pathologies cérébrales** (الأمراض الدماغية)
- ✓ **Pathologies de la moelle épinière** (أمراض النخاع الشوكي)



■ Applications en Cancérologie (الأورام)

- ✓ **Cancer du sein** (سرطان الثدي)
- ✓ **Cancer du foie** (سرطان الكبد)
- ✓ **Cancer de la prostate** (سرطان البروستاتا)

■ Applications en Imagerie Musculosquelettique (التصوير العضلي الهيكلي)

- ✓ **Pathologies articulaires** (أمراض المفاصل)
- ✓ **Lésions des ligaments et tendons** (إصابات الأربطة والأوتار)